



EURÓPSKA ÚNIA
Európske štrukturálne a investičné fondy
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

D-101

SÚRADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK v realizácii JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

NÁZOV STAVBY		Modernizácia električkových tratí RUŽINOVSKÁ RADIÁLA		
OBJEDNÁVATEĽ	 BRATISLAVA	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava		
PROJEKTANT		DOPRAVOPROJEKT, a.s. Kominárska 141/2,4 832 03 Bratislava		
	HLAVNÝ INŽINIER PROJEKTU	Ing. Nikola Grančič	PODPIS 	
	ČÍSLO ZÁKAZKY	8632-01		
PROJEKTANT OBJEKTU		DOPRAVOPROJEKT, a.s., divízia Bratislava II, Kominárska 141/2,4, 832 03 Bratislava		
	ZODPOVEDNÝ PROJEKTANT	Ing. Andrej Markotán	PODPIS 	
	VYPRACOVAL	Ing. Jozef Augustín	PODPIS 	
	KONTROLOVAL	Ing. Rudolf Voletz	PODPIS 	
	IDENTIFIKAČNÉ ČÍSLO PRÍLOHY	MET-RR-DSP-C-D000-10100-072-X		
KRAJ: BRATISLAVSKÝ	OKRES: Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III	DÁTUM	05/2023	
KATASTRÁLNE ÚZEMIE: Staré Mesto, Nové mesto, Nivy, Ružinov		FORMÁT		
NÁZOV OBJEKTU	ELEKTRIČKOVÝ SPODOK A ZVRŠOK		MIERKA	
			STUPEŇ PD	DSP
			Č. ZÁKAZKY	8632-01
NÁZOV PRÍLOHY	ŽELEZOBETÓNOVÁ VAŇA-STATIKA-STATICKE POSÚDENIE STAVBY		Č. SÚPRAVY	Č. PRÍLOHY
				072

OBSAH

1	Identifikačné údaje	2
1.1	Stavba	2
1.2	Stavebník, investor a spracovateľ DSP	2
1.3	Stavebný objekt	2
2	Zmeny oproti dokumentácii na územné rozhodnutie (DÚR)	3
3	Použité podklady.....	3
4	Charakteristika a účel objektu	3
5	Základné údaje o stavbe.....	3
6	Statická schéma objektu	5
7	Údaje o zaťažení	5
8	Metodika statického výpočtu	5
9	Použité materiály na nosné konštrukcie	6
10	Výsledky výpočtov	6
11	Záver posudku	6
12	Súvisiace objekty stavby	6

STATICKÉ POSÚDENIE STAVBY

1 Identifikačné údaje

1.1 Stavba

Názov stavby: **Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiála (MET RR)**
Projekt: Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiála, projektová dokumentácia
Stupeň: Dokumentácia pre stavebné povolenie (DSP)
Miesto stavby: Hlavné mesto SR Bratislava
Okres stavby: Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III,
Obec stavby: Staré Mesto, Nové Mesto, Nivy, Ružinov
Kraj stavby: Bratislavský
Druh stavby: modernizácia

Klasifikácia stavby

V súlade s opatrením Štatistického úradu č. 128/2000 je predmetná verejná práca zatriedená do skupiny:

- 2 Inžinierske stavby
- 21 Dopravná infraštruktúra
- 212 Železnice a dráhy
- 2122 Ostatné dráhy

1.2 Stavebník, investor a spracovateľ DSP

Stavebník a investor

Názov : Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Adresa : Primaciálne námestie č. 1, 814 99 Bratislava
IČO : 00 603 481

Spracovateľ dokumentácie pre stavebné povolenie

Názov : DOPRAVOPROJEKT, a. s.
Adresa : Kominárska 2,4 832 03 Bratislava 3
IČO : 31 322 000
Generálny riaditeľ: Ing. Igor Jakubík
Hlavný inžinier projektu: Ing. Nikola Grančič

1.3 Stavebný objekt

Časť dokumentácie: D. Písomnosti a výkresy objektov
Názov objektu: **101 Električkový spodok a zvršok**
Časť objektu: Statika
Projektant objektu: DOPRAVOPROJEKT, a. s., Kominárska 2,4, 832 03 Bratislava 3
IČO 31 322 000
Zodpovedný projektant: Ing. Andrej Markotán
Vypracoval: Ing. Jozef Augustín
Budúci správca objektu: Dopravný podnik Bratislava, a. s., Olejkárska 1, 814 52 Bratislava
IČO 00492736
Katastrálne územie: Ružinov
Parcela: 3184/2
Druh stavby: novostavba

2 Zmeny oproti dokumentácii na územné rozhodnutie (DÚR)

Pre stavbu bolo vydané územné rozhodnutie o umiestnení stavby dňa 16.3.2023 (č. SU/CS391/2023/9/VDE-3). Dokumentácia na stavebné povolenie je spracovaná v súlade s dokumentáciou na územné rozhodnutie z 12/2020.

3 Použité podklady

Pri spracovaní DSP boli použité nasledovné podklady :

- Rozpracovaná dokumentácia stavebnej časti
- Dokumentácia inžinierskogeologického prieskumu „Modernizácia električkových tratí v hlavnom meste SR Bratislava – PD, Električková trať Ružinovská radiála (AGEO s.r.o. Bratislava, 06/2015)
- Dokumentácia pre územné rozhodnutie „Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiály (MET RR) (DOPRAVOPROJEKT a. s., 12/2020).
- Územné rozhodnutie o umiestnení stavby č. SU/CS391/2023/9/VDE-3 vydané dňa 16.3.2023
- Koordinačná situácia s polohopisom, výškopisom a inžinierskymi sieťami dodaná HIP-om stavby.
- Príslušné technické normy (STN) a predpisy (TP, TKP, TeŠp).
- Závery z pracovných interných a externých rokovaní k danému objektu.

4 Charakteristika a účel objektu

Stavba ako celok rieši modernizáciu existujúcej električkovej trate a je situovaná v intraviláne mesta Bratislava, prechádza ulicami Špitálska, Križna, Trnavská cesta, Miletičova, Záhradnícka, Ružinovská až po križovatku s Čmelíkovou ulicou. V mieste križovania modernizovanej trate s ulicou Bajkalská je z dôvodu dosiahnutia požadovanej rýchlosti električky 65 km/hod potrebné pod nadjazdom Bajkalská znížiť niveletu koľají modernizovanej električkovej trate. Z dôvodu vysokej hladiny podzemnej vody v danom území je potrebné navrhnuť zapustenie modernizovanej električkovej trate voči existujúcim komunikáciám pomocou železobetónovej vane z vodostavebného betónu. Smerové a výškové vedenie vane je určené modernizovanou električkovou traťou, novonavrhovaným drenážnym odvodnením a existujúcimi konštrukciami nadjazdu Bajkalská. Na začiatku a konci vane je prechod na terén riešený opornými prefabrikovanými železobetónovými uholníkmi. Odvodnenie celého priestoru vane je riešené drenážnou kanalizáciou v rámci stavebného objektu 501. Objekt železobetónovej vane je situovaný na pozemku existujúcej električkovej trate.

5 Základné údaje o stavbe

Nosné konštrukcie objektu sú navrhnuté železobetónové, monolitické. Je to exteriérová stavba navrhnutá ako otvorená vaňa, ktorá slúži pre vedenie električkových koľají a pre prikotvenie stožiarov VO. Pri začiatku a konci stavby sa električkové koľaje výškovo napoja na pôvodné a v stavbe sa niveleta koľají znižuje s potrebou bočných stien pre zadržanie okolitého terénu. Na začiatku a konci stavby, kde je výškový rozdiel malý, je terén zadržiavaný prefabrikovanými opornými stenami a ďalej stenami železobetónovými, ktoré sú spojené s podlahovou doskou vane. Stavba po dĺžke je rozdelená dilatačnými škárami, prvá časť prefa OM 19.50 m + 10 dilatačných celkov vane 192.60 m + koncová časť prefa OM 23.00 m.

Výškové vedenie

Oporné prefa múry na začiatku a konci ŽB vane, ŽB vaňa na začiatku a na konci má výškové vedenie podľa nivelety trate, v mieste drenáží v strednej časti vane, je výškové vedenie vane upravené podľa požiadaviek drenáže – min. sklon 0,5% a minimálna výška šachty pre drenážne potrubie.

Šírkové usporiadanie

Šírkové usporiadanie je stanovené na 2,25 m od osi koľaje = vzdialenosť vnútornej hrany steny žb vane. Nakoľko pravá a ľavá koľaj nie sú rovnobežné, je svetlá šírka železobetónovej vane 7,77 až 9,07m.

Priečny sklon

Priečny profil železobetónovej vane vychádza zo vzorového rezu modernizovanej električkovej trate a požiadaviek odvodnenie. Spodná hrana dna ŽB vane je bez priečného sklonu, horná hrana dna ŽB vane má požadovaný sklon 2,5% definovaný odvodnením.

Svetlá výška

Svetlá výška je od 1,2m po 2,1m. V mieste existujúcich podpier nadjazdu je vaňa dvihnutá vyššie k okolitému terénu, aby neboli odhalené základy podpory existujúceho mosta.

Základové pomery preberám z IGHP (spracovateľ AGEO, s.r.o., 01/2015). Stavenisko z hľadiska geomorfologického patrí do Podunajskej nížiny. Po geologickej stránke sa územie nachádza v okrajovej časti neogénnej panvy, budovanej sedimentmi neogénu a kvartéru. Neogénne podložie sa nachádza vo väčších hĺbkach 10.00 až 15.00 m p.t. a nebude mať vplyv na zakladanie. Kvartér je zastúpený mohutným náplavovým kužeľom dunajských fluvialných a aluviálnych štrkopiesčitých sedimentov s premenlivým obsahom piesčitej frakcie. Povrchovú vrstvu tvoria organické navážky antropogenného pôvodu z predchádzajúcej stavebnej činnosti. Táto hrúbka je premenná a dosahuje, maximálne okolo 0.50 m p.t. s konzistenciou tuhú, alebo pevnú. Pod navážkami sa nachádzajú íly piesčité F3/MS, F4/CS, F6/CL, CI, alebo piesky siltové S4/SM, S5/SC, ktoré sa môžu aj na krátke vzdialenosti meniť a môžu mať konzistenciu tuhú, alebo pevnú. Tieto zeminy pozvoľne prechádzajú do komplexu dunajských štrkov G2/GP. Štrk je zle zrnený s valúmi 0.5 – 2 cm, ojedinele do 6 cm, stredne uľahlý až uľahlý. V hĺbkach okolo 10.00 až 15.00 m pod povrchom terénu začína neogénne podložie. Toto je tvorené ílom F8/CH pevnej konzistencie. Neogénne súvrstvie má takmer nulový koeficient priepustnosti. Z hydrogeologického hľadiska ide o mohutný kolektor podzemných vôd vytvorený v štrkopiesčitom prostredí dunajských štrkov. Spodná voda je v priamej hydrogeologickej súvislosti s hladinou vody v Dunaji a s blízkym Štrkoveckým jazerom. Nepriepustné podložie kolektora tvorí neogénny íl. Pri bežných stavoch spodná voda dosahuje úroveň cca 4.00 m pod terénom a jej maximálna hladina môže dosiahnuť úroveň ≈ 130.09 m n.m. Spodná voda má slabú agresivitu na betón XA1 a silnú agresivitu na oceľ, ktorá je v priamom styku so spodnou vodou. V spodnej vode aj pri jej bežných stavoch sa bude nachádzať základová škára.

Územie je zatriedené do 7^o seizmicity stupnice MSK-64; kategória terénu C.

Zdrojové oblasti seizmického rizika, ktoré ovplyvnia územie stavby :

Zdrojová oblasť s návrhovým zrýchlením $\rightarrow a_{gR} = 0.63 \text{ m/s}^2$

Magnitúda zemetrasenia :

Epicetrálna intenzita $I_0 = 7^0$; predpokladaná hĺbka ohniska - $h = 8 \text{ Km}$

Magnitúda $M_s = 0.55 \times 7 + 0.95 = 4.80$

Projektovaný objekt je podzemný, stenový, tuhý zo železobetónu, preto pri návrhu nosných konštrukcií budem uvažovať len konštrukčné zásady pre stavby v seizmických oblastiach.

Základy sú navrhnuté plošné, základové dosky, ktoré tvoria dno vane. Základy sledujú dilatácie vane a sú rozdelené po dĺžke na 10 celkov. Prefabrikované oporné múry budú osadené na vybetónovaný podkladný betón. Svojim tvarovým riešením spoľahlivo odolajú zemnému tlaku aj s priťažením od dopravy.

Základová škára sa bude nachádzať v íloch piesčitých, alebo pieskoch siltových na úrovni štrkov. Návrhovú únosnosť základovej uvažujem $R_d = 200 \text{ KPa}$. Základová škára sa bude nachádzať v nižšej časti stavby pod úrovňou maximálnej hladiny spodnej vody, ale nad bežnou úrovňou hladiny spodnej vody. Spätné zásypy pod základové dosky je potrebné zhotoviť z hrubozrnného štrku so zhutnením na $E_{\text{def,min}} = 30 \text{ MPa}$. Z dôvodu výskytu spodnej vody je potrebné zhotoviť paženie stavebnej jamy, ktoré je navrhnuté zo štetovnic a aj čerpanie spodnej vody v prípade jej vysokého stavu. Železobetónová vaňa svojou vlastnou tiažou dostatočne odolá vyplaveniu spodnou vodou.

Hlavné konštrukcie železobetónovej vane a oporných múrov

Základné konštrukcie sú tvorené monolitickými železobetónovými bočnými stenami hrúbky 500mm a základovou doskou s hornou hranou v spáde s premennou hrúbkou 0,5m – 0,72m. Horná hrana stien kopíruje okolitý terén. V mieste existujúcich podpier nadjazdu je základová doska hrúbky 0,5m.

V bočných stenách vane sú vytvorené rozšírenia pre ukotvenie stĺpov trakčného vedenia objektu 601. V dilatačnom celku č.5 je vytvorený základ pre stĺp trakčného vedenia zmonolitnený s dnom vane. Vaňa je z vodostavebného železobetónu s odolnosťou proti mrazu a posypovej soli.

Pod dnom vane je navrhnutý podkladný betón hrúbky 100mm.

Na začiatku a na konci stavby sú oporné múry z prefabrikovaných uholníkov, riešia výškové rozdiely pred začiatkom a za koncom ŽB vane. Sú výšky 800mm, s dĺžkou päty 500mm, šírky 1000mm (v niektorých miestach 500mm), hrúbky 120mm, z pohľadového železobetónu s hladkým povrchom, s odolnosťou

proti mrazu a posypovej soli. Pod opornými múrmi je navrhnutý podkladný betón hrúbky 100mm a štrkové lôžko hrúbky 100mm.

Na hornej hrane stien ŽB vane pozdĺž existujúcich komunikácií sú osadené ochranné oceľové rúrové zábradlia výšky 1,1m kotvené chemickými kotvami.

Čerpanie podzemnej presiaknutej vody počas výstavby

V prípade vysokého stavu podzemnej vody voda bude znižovaná v stavebnej jame počas realizácie čerpaním. Práce je potrebné realizovať v suchom období. Výkop je potrebné zapažiť. Maximálna hladina podzemnej vody je uvádzaná v úrovni 130,09 m n.m. (Fabian M., 2005).

Vodotesnosť v štádiu používania objektu je zabezpečená základovou doskou a obvodovými stenami z vodostavebného betónu s obmedzením šírky trhlín. Pre zabezpečenie vodotesnosti dilatčných škár je navrhnuté gumové tesnenie, ktoré sa osadí do oddilovaných susedných celkov.

Odkanalizovanie zrážkových vôd v otvorenej železobetónovej vani je riešené v objekte 501.

Konštrukcia pevnej jazdnej dráhy bude uložená v železobetónovej vani na antivibračnej izolácii, položenej na dno základovej dosky. Medzi pevnými jazdnými dráhami je priestor vyplnený kamennou drvou. Všetky tieto vrstvy sú predmetom električkového spodku a zvršku.

Zábradlie je navrhnuté segmentové, s medzerami 30 mm. Výška zábradlia 1100mm, šírka 50mm, dĺžka 970mm. Zábradlie je oceľové, bez plnej výplne, horizontálne delené v dvoch miestach. Konštrukcia musí byť odolná voči poškodeniu, ľahko čistiteľná a vymeniteľná. Všetky oceľové prvky budú upravené anti-koróznou ochranou na báze žiarového zinkovania. S antigrafítovou úpravou. Všetky prvky zábradlia z rovnakého profilu, farba antracitová RAL 7016. Zábradlie je osadené z boku na opornom múre a zhora pri vzdialenejšej hrane od koľaje na stene ŽB vane pomocou pätných dosiek a chemických nerezových kotiev. Pod pätné dosky sa zhotoví vyrovnávacia vrstva z plastmalty.

6 Statická schéma objektu

Pri statickej schéme železobetónovej vane sa vychádza z predpokladu tuhej priestorovej plošnej, podzemnej konštrukcie zloženej z dna a bočných stien. Prefabrikované ŽB múry pôsobia gravitačne so stenou votknutou do základovej, doskovej časti steny. Zaťaženie zvislé aj vodorovné sa prenáša priestorovou konštrukciou do základov a následne do základovej pôdy.

7 Údaje o zaťažení

Zaťaženia sú uvažované v zmysle STN EN 1991 s uvážením národných príloh. Zaťaženie stále (podľa objemových ťažísk jednotlivých materiálov) a zaťaženie premenné, podľa účelu s týmito charakteristickými hodnotami.

Premenné

užité - okolitý terén 10.00 KN/m²

užité - dno vane – šachovnicovo rozmiestnené vo viacerých zostavách 5.00 KN/m²

električka – zaťažovací model električkových vozidiel (STN EN 1991-2/NA
jedna električka a dve vzájomne sa stretávajúce

zemný tlak v aktívny, a spodná voda 10.00 KN/m²

Parciálne súčinitele zaťaženia sú uvažované – pre zaťaženia stále $\gamma_f = 1.35$, pre zaťaženia premenné $\gamma_f = 1.50$, pre vodný tlak $\gamma_f = 1.00$, zemný tlak $\gamma_f = 1.10$, pre električky $\gamma_f = 1.50$ a dynamický súčiniteľ $\phi = 1.50$. Z uvedených zaťažení sú zostavené ich možné kombinácie s uvážením súčiniteľov podľa STN EN 1991.

8 Metodika statického výpočtu

Statický výpočet je zhotovený podľa všeobecných zásad. Výpočtový model bol volený priestorový s uvážením možných kombinácií zaťažení. Základová pôda bola nahradená pružinami Winkler. Výpočty a posúdenia sú spracované na počítači PC statickým programom STRAP.

9 Použité materiály na nosné konštrukcie

Železobetón C 30/37 – XC4, XF1 – konštrukcie vystavené atmosférickým vplyvom

Oceľ betonárska B 500 B - 10 505 – R, zvarované siete B 500 B – kari

Oceľová konštrukcia – oceľ S 235, výrobná skupina EXC2, stupeň koróznej agresivity C3 s povrchovou úpravou nátermi.

10 Výsledky výpočtov

Nosné konštrukcie sú navrhnuté v zmysle statického výpočtu. Nosné konštrukcie vyhovujú na prvý aj druhý medzný stav - z hľadiska pevnosti materiálov a aj z hľadiska použiteľnosti – deformácií. Podrobný statický výpočet je spracovaný priestorovým modelom a výpočty sú dokumentované textovou a grafickou formou a tvoria samostatný elaborát.

11 Záver posudku

Nosné konštrukcie objektu sú navrhnuté železobetónové, monolitické. Je to exteriérová stavba navrhnutá ako otvorená vaňa, ktorá slúži pre vedenie električkových koľají a pre prikotvenie stožiarov VO. Pri začiatku a konci stavby sa električkové koľaje výškovo napoja na pôvodné a v stavbe sa niveleta koľají znižuje s potrebou bočných stien pre zadržanie okolitého terénu. Na začiatku a konci stavby, kde je výškový rozdiel malý, je terén zadržiavaný prefabrikovanými opornými stenami a ďalej stenami železobetónovými, ktoré sú spojené s podlahovou doskou vane. Stavba po dĺžke je rozdelená dilatačnými škárami, prvá časť prefa OM 19.50 m + 10 dilatačných celkov vane 192.60 m + koncová časť prefa OM 23.00 m.

Stavebnú jamu je potrebné pažiť, paženie je navrhnuté pomocou štetovnicových stien. Základová škára sa bude nachádzať v nižšej časti stavby pod úrovňou maximálnej hladiny spodnej vody, ale nad jej bežnou hladinou.

Výstavbou posudzovaného objektu nebudú ovplyvnené susedné stavby a stabilita okolitého terénu.

Počas realizácie stavby je potrebné dodržiavať súvisiace platné bezpečnostné predpisy, ustanovenia STN, EN a platné vyhlášky a nariadenia. Všetky nosné konštrukcie je potrebné realizovať z materiálov s atestmi a certifikáciou.

12 Súvisiace objekty stavby

- 001 Asanácie a príprava územia
- 501 Odvodnenie električkovej trate
- 623 Prípojka NN k čerpacej stanici pod mostom Bajkalská

Dátum: 05/2023

Miesto: Bratislava

Vypracoval: Ing. Jozef Augustín